

POWERED BY Dialog

Observation optical system for use in head-up display - guides light from display to eye using unit with curved face to totally reflect light having entrance face and curved face with variable optical power depending on azimuthal angle, and reflecting face

Patent Assignee: CANON KK; NISHIMURA T; YAMAZAKI S

Inventors: NISHIMURA T; YAMAZAKI S

Patent Family

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
EP 687932	A2	19951220	EP 95109058	A	19950612	199604	B
JP 7333551	A	19951222	JP 94130301	A	19940613	199609	
JP 8050256	A	19960220	JP 94204268	A	19940805	199617	
JP 8179238	A	19960712	JP 94336063	A	19941222	199638	
EP 687932	A3	19970312	EP 95109058	A	19950612	199722	
JP 11160651	A	19990618	JP 94130301	A	19940613	199935	
			JP 98277661	A	19940613		
KR 254730	B1	20000415	KR 9515477	A	19950613	200124	
			KR 9941863	A	19990929		
US 20010009478	A1	20010726	US 95478688	A	19950607	200146	
			US 97959285	A	19971024		
			US 2001768306	A	20010125		
JP 3406958	B2	20030519	JP 94130301	A	19940613	200334	
			JP 98277661	A	19940613		
JP 2003228018	A	20030815	JP 98277661	A	19940613	200362	N
			JP 200317542	A	19940613		

Priority Applications (Number Kind Date): JP 94336063 A (19941222); JP 94130301 A (19940613); JP 94204268 A (19940805); JP 98277661 A (19940613); JP 200317542 A (19940613)

Cited Patents: No search report pub.; EP 380035 ; EP 408344 ; EP 556598 ; EP 583116 ; EP 618471 ; GB 1578136; GB 2246900; JP 3101709; US 4081209

Patent Details

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
EP 687932	A2	E	50	G02B-027/00	
Designated States (Regional): DE FR GB NL					
JP 7333551	A		11	G02B-027/02	
JP 8050256	A		14	G02B-027/02	

JP 8179238	A		8	G02B-027/02	
EP 687932	A3			G02B-027/00	
JP 11160651	A		11	G02B-027/02	Div ex application JP 94130301
KR 254730	B1			G02B-027/01	Div ex application KR 9515477
US 20010009478	A1			G02B-027/14	Cont of application US 95478688
					Div ex application US 97959285
JP 3406958	B2		12	G02B-027/02	Div ex application JP 94130301
					Previous Publ. patent JP 11160651
JP 2003228018	A		10	G02B-027/02	Div ex application JP 98277661

Abstract:

EP 687932 A

The optical system comprises has optical unit for guiding the light from the display to the eye. The unit has a curved face (2) for totally reflecting the light. The optical unit includes an entrance face for introducing the light from the display, the curved face and a reflecting face for reflecting the light towards the eye.

The light reflected by the reflecting face is transmitted by the curved face to reach the eye. The curved face has variable optical power depending on the azimuthal angle. The eye is illuminated, and a light receiver receives the light reflected from the eye to detect its visual line.

ADVANTAGE - Provides compact display device with satisfactory suppressed aberrations.

1A,1B/24

Derwent World Patents Index

© 2004 Derwent Information Ltd. All rights reserved.

Dialog® File Number 351 Accession Number 10534976

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-333551

(43) 公開日 平成7年(1995)12月22日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 27/02	Z			
H 0 4 N 5/64	5 1 1 A			

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平6-130301

(22) 出願日 平成6年(1994)6月13日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 山▲崎▼ 章市

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ

ン株式会社内

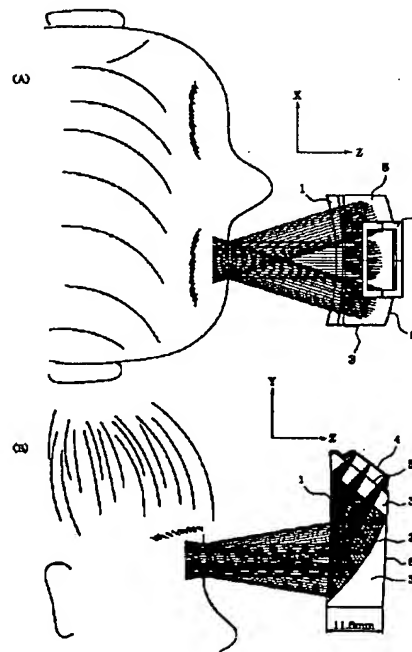
(74) 代理人 弁理士 丸島 儀一

(54) 【発明の名称】 観察光学系

(57) 【要約】

【目的】 L C D等のオリジナル画像を観察者の眼球へ導く観察光学系の小型化、薄型化を図ること。

【構成】 オリジナル画像の光を眼球へ導く観察光学系において、前記光を曲面にて眼球から離れる方向へ全反射させ、この全反射された光を反射面、特にアジムス角度の違いにより光学的パワーの異なる反射面で反射させ、前記曲線を透過させて眼球へ光を導くこと。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 オリジナル画像を反射光学系を介して観察者の眼球に光を導く観察光学系において、前記反射光学系中には全反射作用をする曲面を有することを特徴とする観察装置。

【請求項2】 前記曲面は、眼球直前にあることを特徴とする請求項1の観察装置。

【請求項3】 前記曲面は子線断面において負の屈折力を有することを特徴とする請求項1あるいは請求項2の観察装置。

【請求項4】 前記曲面は、アジムス角度により光学的パワーが異なる面であることを特徴とする請求項1の観察装置。

【請求項5】 オリジナル画像の光を眼球へ導く観察光学系において、前記光を曲面にて眼球から離れる方向へ全反射させ、全反射された光を反射面にて眼球側へ反射させ、前記曲面を透過させて眼球へ光を導くことを特徴とする観察光学系。

【請求項6】 前記曲面の面頂点における接線の目の光軸と垂直な線に対する角度を α とするとき
 $|\alpha| \leq 20^\circ$

なる式を満足することを特徴とする請求項5の観察光学系。

【請求項7】 前記曲面は負の屈折力を有することを特徴とする請求項5の観察光学系。

【請求項8】 前記曲面はアジムス角度により光学的パワーが異なる曲面であることを特徴とする請求項5の観察光学系。

【請求項9】 前記反射面はアジムス角度により光学的パワーが異なる面であることを特徴とする請求項5の観察光学系。

【請求項10】 オリジナル画像の光を眼球へ導く観察光学系において、前記光を全反射させる全反射面と、アジムス角度により光学的パワーの異なる反射面を介して眼球へ光を導くことを特徴とする観察光学系。

【請求項11】 前記全反射面の面頂点における接線の目の光軸と垂直な線に対する角度を α とするとき
 $|\alpha| \leq 20^\circ$

なる式を満足することを特徴とする請求項10の観察光学系。

【請求項12】 前記全反射面は子線断面において負の屈折力を有することを特徴とする請求項10の観察光学系。

【請求項13】 前記反射面はアジムス角度により光学的パワーが異なる曲面であることを特徴とする請求項10の観察光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、観察光学系に関し、特にヘッドアップディスプレイやメガネ型ディスプレイと

称せられる装置に好適な光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、CRTやLCDを観察者の頭部近傍に配置し、CRT及びLCDが形成する像を観察できるようにした表示装置の提案がいくつかなされている。例えばUSP4081209号、USP4969724号、特開昭58-78116号公報、特開平2-297516号公報、特開平3-101709号公報がある。

10 【0003】 特開平3-101709号公報では原画像を再結像させる実像タイプの比較の見易い観察装置を開示している。しかしながら再結像させるための光学レンズを用いているためにかなりの大型化が余儀なくされている。

【0004】 一方、USP4081209号、USP4969724号、特開昭58-78116号公報、特開平2-297516号公報では見易さの点では若干劣るが小型化を図る上で有利な虚像を観察するタイプの観察装置を開示している。

20 【0005】

【発明が解決しようとする問題点】 後者のタイプの観察装置では、確かに実像タイプに比べ小型化を図れるとはいえまだまだ十分とはいえなかった。先の先行技術の中で比較的小型化を図っている例として特開昭58-78116号公報があげられるがやはり目の光軸方向の厚みが厚くなっていた。又、観察される像に光学的歪み、非点収差、コマ収差等の発生することが記載されている。

【0006】 本発明はかかる点に鑑みて小型、且つ薄型の観察光学系を提供することを目的とする。

30 【0007】 又、収差発生が少ない観察光学系の提供を目的とする。

【0008】 そしてかかる目的のもとで、本発明の特徴とするところは、オリジナル画像を反射光学系を介して観察者の眼球に光を導く観察光学系において、前記反射光学系中には全反射作用をする曲面を有すること、あるいは、オリジナル画像の光を眼球へ導く観察光学系において、前記光を曲面にて眼球から離れる方向へ全反射させ、全反射された光を反射面にて眼球側へ反射させ、前記曲面を透過させて眼球へ光を導くようにしてあるいは、オリジナル画像の光を眼球へ導く観察光学系において、前記光を全反射させる全反射面と、アジムス角度により光学的パワーの異なる反射面を介して眼球へ光を導くことを特徴としている。

40 【0009】 他の特徴的な事項は以下に示す実施例に開示されている。

【0010】

【実施例】 まず図6をもとにして、本発明の基本となる表示光学系を説明する。4は、オリジナル画像となる文字や絵等の映像表示がなされる表示手段で、例えば公知の液晶(LCD)で構成される。3aは表示手段1から

3

の光を観察者の目へ導光させるための第1の光学部材、3bは第2の光学部材である。表示手段4からの光はまず第1の光学部材3aへ入射し、次に第1の光学部材の目側の全反射面1にて全反射されハーフミラーで構成される観察者凹面を向けた凹面ミラー2にて反射され先の全反射面2aを透過して目へ導かれるようになっている。

【0011】この様子を図1に示す。図1(A)は頭部、(B)は側頭部からみた光路図を各々示す。

【0012】このように観察者は表示手段4の映像が外の風景にスーパーインポーズされて確認することが可能となる。本実施例ではスーパーインポーズ装置として示しているが単なる映像表示をみるだけの装置としてもよい。尚この凹面ミラーは鏡となる。

【0013】本実施例では後述の実施例を含めてかかる構成の下で光学系の厚さが10mm~15mm程度で極めて薄い小型の表示装置を達成している。又、視野面角が水平方向で $\pm 16.8^\circ$ 程、垂直方向で $\pm 11.4^\circ$ 程と広角視野を達成している。

【0014】そしてこのような小型化、そして広角化を図り、良好に光学性能を図れたことの要因として本実施例では観察者側の面を全反射面そして透過面として利用したこと、又凹面ミラー2bを目の光軸に対してかなり偏心させたことがあげられるが、これに加えて後述の数値実施例で示す如く全反射面を曲面、特にアジマス角度により光学的パワーの異なる曲面としたこと、あるいはこの凹面ミラー2にアジマス角度により光学的パワーを与えたことの各々の要素が大きく寄与している。

【0015】特に凹面ミラー2にアジマス角度により光学的パワーを与えたことで、凹面ミラー自体が偏心していることにより発生する偏心収差を十分に排除できるようにすることを可能とした。又、全反射面も同様に曲面を与えることで凹面ミラーで発生する収差を補正するようにしている。

【0016】さて今後光の折り畳み方向を母線方向、そしてこれと直交する方向を子線方向と呼ぶことにする。本実施例においては子線方向の面角を広くとるようにしているが、凹面ミラーが比較的強い正の屈折力を持っており収差が発生することになるがこの正のパワーにより発生する収差を、全反射面の子線断面において逆に負の光学的パワーを与えてこれを補正するようにしている。特に子線断面からみると、表示素子側、あるいは観察者の目側から光路をたどてみると順に負の屈折力、正の屈折力(凹面ミラー)、負の屈折力と各面がその作用を果すことになるので、対象型の屈折力配置となり諸収差を除去しやすいパワー配置を採用している。

【0017】そして目の光軸方向に対する厚さを短縮させるには、光学系3を立てるように各要素を設定することが望ましく、具体的には図7を参照すると、全反射面1の面頂点における接線の、目の光軸と垂直な線に対す

4

る角度(チルト角)を α とするとときに

$$|\alpha| \leq 20^\circ$$

を満たすとよい。この範囲を越えることにより光軸方向の厚さが厚くなり大型化してしまうことになる。又、風景に対して映像をスーパーインポーズする場合には光学部材の傾きが大きくなり風景自体に歪みを与えてくるので好ましくない。

【0018】そしてより好ましくは

$$-15^\circ \leq \alpha \leq 5^\circ$$

を満たすとよい。下限をこえると眼球の光軸と平行な方向で薄くできるが、歪みが大きくなる。上限をこえると眼球の光軸と平行な方向の厚さが厚くなり、プリズム全体重量が重くなり、好ましくない。

【0019】尚、本実施例では全反射面が眼球側に凹面を向けていることから、外側の光入射面6もこれと実質同形状の曲面を与えて、風景が歪まないようにしている。

【0020】さて、次に凹面ミラー2は目の光軸に対してかなり偏心しており、この面で偏心収差が発生することになる。しかしながらこの偏心収差を取り除くべく全反射面し、そして凹面ミラー2を前述した通りアジマス角度により曲率が異なる面(トーリック面、あるいはアナモフィック面)を採用してこれらの偏心収差を良好に抑えるように工夫している。そして望ましくはこれらの面に非球面(トーリック非球面、あるいはアナモフィック非球面)を採用し極めて良好な光学性能を得ている。

【0021】光線の折り畳み方向を母線方向(y方向)、これと垂直な方向を子線方向(x方向)とした時に、アジマス角度の違いにより光学的パワーを異ならしめるように各面を設定するようにしているが、全系としてみた時各方向に対する近軸での焦点距離がほとんど一定、即ち母線方向断面、そして子線方向断面における各全系における近軸焦点距離を f_y 、 f_x とした時に

$$0.9 < |f_y/f_x| < 1.1$$

を満足させることが望ましい。

【0022】又、全反射面(あるいは透過面)または凹面ミラーは前述した通りアジマス角度の違いにより光学的パワーが異なるように設定して偏心収差を抑制するようになしたが、各面の母線方向断面、そして子線方向断面における近軸曲線半径を各々 r_y 、 r_x とした時に

$$|r_x| < |r_y|$$

を満たすようにするとよい。

【0023】本実施例では母線方向が折り畳み方向で、小型を図るためにこの方向に凹面ミラー2が大きくチルト(偏心)しているので、この母線方向に対して偏心収差が子線方向に比べて多く発生する。これに対して母線方向断面における光学的パワーを子線方向の断面におけるパワーより弱く、即ち母線方向の近軸曲率半径を条件式に示す通り長くし、母線方向の偏心収差の発生を抑制するようにしている。

5

【0024】そして望ましくはこれらの曲率の関係を
 $|r_x/r_y| < 0.85$

を満たすように設定することが好ましい。この範囲を越えると偏心収差の発生が目立って大きくなってしまふ。

【0025】尚、後で示す数値実施例2~4のように入射面5にアジマス角度の違いにより光学的パワーが異なる面を形成した時には先の条件式とは逆に

$$|r_x| > |r_y|$$

なる条件式を満たすことで偏心収差の発生を抑えることが可能となる。

【0026】そして更に収差を良好に補正するためには全反射面（あるいは透過面）1、そして凹面ミラー2の各々の子線方向断面における近軸曲率半径を r_{12} 、 r_{13} とした時、

$$-2.0 < 2f_x/r_{12} < -0.1 \dots (a)$$

$$-2.5 < 2f_x/r_{13} < -0.5 \dots (b)$$

なる条件の範囲で設定するとよい。

【0027】式(a)の下限を越えると子線方向の全反射面の曲率（負のパワー）がきつくなり、ディストーション補正が困難となる。式(b)の下限を越えると子線方向の凹面ミラーの曲率（正のパワー）がきつくなり非点収差補正が困難となる。一方、式(a)の上限を越える子線方向の全反射面の曲率が正のパワーを持つ方向になるので全反射条件を満たすことが困難となる。一方、式(b)の上限を越えると子線方向の凹面ミラーの正パワーが弱くなる方向で眼球の光軸と平行な方向の厚さが厚くなり大型化してしまひ好ましくない。

【0028】又更に、母線方向の全系焦点距離を f_y 、全反射面の曲率半径を r_{22} 、凹面ミラーの曲率半径を r_{23} とした時

$$-1.0 < 2f_y/r_{22} < 0 \dots (c)$$

$$-2.5 < 2f_y/r_{23} < -0.2 \dots (d)$$

を満たすように設定するとよい。

【0029】式(c)の下限を越えると母線方向の全反射面の負のパワーが強くなり、偏心ディストーションの補正がむずかしくなる。式(d)の下限を越えると母線方向の凹ミラーの凸パワーが強くなり、偏心非点収差の発生が大きくなる。式(c)の上限を越えると母線方向の全反射条件とからむもので、これを越えると全反射条件を満たすことが困難となる。式(d)は、母子線方向凹面ミラーのパワーに関するもので、上限を越えるとパワーが弱くなるので、母線方向に全長が延び大型化する傾向となる。

【0030】以上の説明は全反射面（あるいは透過面）1、そして凹面ミラー2を曲率を中心にして説明したが、本実施例では凹面ミラー2は、眼球の光軸より母線方向(y方向)でオリジナル画像側(+)へ平行偏心している(図7)。こうすることにより、母線方向での偏心ディストーションをも小さく抑えている。

【0031】該平行偏心のシフト量（眼球の光軸から、

6

凹面ミラーの面頂点までの母線方向での距離)をEとすると(図7参照)

$$E \geq 2.5 \text{ mm}$$

を満たすよう平行偏心させることで、偏心ディストーションを抑制させることが可能となる。尚、後述する実施例1では、この偏心量Eの値が5.2mmとなっているが、他の実施例のようにこの量Eを大きくすることでより良好に収差補正を行うことが可能となりより望ましくは $E \geq 2.3 \text{ mm}$ とするとよい。

10 【0032】次に入射面5に着目して説明すると、図7に示す通り母線方向での表示手段であるオリジナル画像面と入射面のなす角度 β を

$$5^\circ \leq \beta \leq 30^\circ$$

を満たすように設定するとよい。下限を下回ると入射平面とオリジナル画像面が平行に近くなるので、眼球の光軸と平行な方向でオリジナル画像が厚くなり好ましくない。逆に上限を越えるとオリジナル画像が、眼球の光軸と平行な方向に対し垂直となる。

20 【0033】本実施例においては、オリジナル画像を照明するのに不図示であるが、バックライトまたダイレクトな自然光照明を使うことを想定している。ここでオリジナル画像が、前述したように該光軸に対し垂直になると、ダイレクトな自然光照明を考えた際、どうしても自然光が効率よく得られにくくなって、反射光学系によって得られる虚像の像が暗くなってしまふ。従って本実施例では自然光の強い昼などは自然光照明として、自然光のない夜などはバックライト照明と外の明るさを検知して、自然光照明及びバックライト照明を選択的に使用している。

30 【0034】ところで、オリジナル画像が形成される表示手段4には液晶表示素子(LCD)を使用することにより装置全体の小型を図っているが、この時オリジナル画像の画像中心の光軸とオリジナル画像を射出する射出光の主光線（眼球を絞りとした時の絞り中心光束）のなす角度を γ (図7参照)は

$$|\gamma| \leq 10^\circ$$

を満たすとよい。これはオリジナル画像面を液晶デバイスを使用する時に必要な条件である。一般的に液晶は見える視野角度が狭いため液晶に斜めに入射し、射出するような光は消滅してしまふ。そこで液晶面に対し光をできるだけ垂直に入射、射出させなければ明るい虚像は得られない。そこでこの条件式を満たすことで十分な明るい像が観察されるようになる。

【0035】さて、図2、図3、図4、図5は各々以下に示す数値実施例1、2、3、4の光学断面図を示している。図2では凹面ミラーと全反射面ともにトーリック非球面を使用している。図3は凹面ミラー、全反射面、光入射面全てにアナモフィック非球面を使用している。図4、図5でも全ての面にアナモフィック非球面を使用している。

7

【0036】尚、図3～図5に対応する数値実施例2～4ではより良好な収差補正を達成するために入射面5にも曲率を持たせている。

【0037】又、本実施例において光学部材として全てアクリルを使用しているが、ガラス材を用いてよいことは言うまでもない。

*

8

*【0038】次に本発明実施例の数値を以下に示す。尚TALはトーリック非球面、AALはアナモフィック非球面を示す。

【0039】TALの定義式は、

【0040】

※【外1】

$$z = \frac{y^2/r_n}{1 + \sqrt{1 - (1+k_i)(y/r_n)^2}} + A_i y^4 + B_i y^6 + C_i y^8 + D_i y^{10}$$

(iは面の番号)

AALの定義式は、

【0041】

※【外2】

※

$$z = \frac{y^2/r_y + x^2/r_x}{1 + \sqrt{1 - [(1+k_y)(y/r_y)^2 + (1+k_x)(x/r_x)^2]}}$$

$$+ AR \{ (1 + AP_i) y^2 + (1 - AP_i) x^2 \}^3 + BR \{ (1 + BP_i) y^2 + (1 - BP_i) x^2 \}^3$$

$$+ CR \{ (1 + CP_i) y^2 + (1 - CP_i) x^2 \}^4 + DR \{ (1 + DP_i) y^2 + (1 - DP_i) x^2 \}^5$$

(iは面の番号)

である。

【0042】各A_i、B_i…は各々非球面係数である。

【0043】尚、以下に示す実施例では、少なくとも全反射面にアジムス角度によって屈折力が異なる面を採用

20 したが、この面を回転対象型球面あるいは非球面で構成することも可能である。

【0044】

※【外3】

実施例 1

	$r_{y,i}$ [mm] (母線曲率半径)	$r_{x,i}$ [mm] (子線曲率半径)	y, z (面頂点座標)	(母線方向チルト角度°)
$i=1$	∞		(0, 0)	0
2	-548.019	-74.077	(-0.05, 19.80)	TAL 0
3	-57.595	-40.526	(5.10, 29.14)	TAL -22
4	-548.019	-74.077	(-0.05, 19.80)	TAL 0
5	∞		(18.58, 28.07)	68.90
6	∞		(21.38, 29.15)	51.17

} プリズム内

	K_1, K_4	A_1, A_4	B_1, B_4	C_1, C_4	D_1, D_4
(TAL2, 4)	613.869	-0.473E-5	0.326E-7	-0.940E-10	0.991E-13

	K_3	A_3	B_3	C_3	D_3
(TAL3)	-1.360	0.345E-5	-0.301E-7	0.944E-10	-0.113E-12

(プリズム d 線屈折率)	1.49171	(母線焦点距離)	f_y 21.07mm
(プリズム d 線アッベ数)	57.4	(子線焦点距離)	f_x 21.86mm

(数値データ)

$\alpha = -1.8^\circ$	$E = 5.2\text{mm}$
$ f_y/f_x = 0.96$	$\gamma = 1.36$
$ r_x/r_y = 0.7$	$\beta = 17.7$
$2f_x/r_{x2} = -0.59$	
$2f_x/r_{x3} = -1.08$	
$2f_y/r_{y2} = -0.08$	
$2f_y/r_{y3} = 0.73$	

実施例2

r_1 (mm) r_2 (mm) y, z
 (母線曲率半径) (子線曲率半径) (面頂点座標) (母線方向チルト角度°)

i=1	∞		(0, 0)		0	
2	-2158.074	-32.224	(0.60, 19.83)	AAL	-10.55	} プリズム内
3	-63.157	-32.870	(34.76, 30.90)	AAL	15.81	
4	-2158.074	-32.224	(0.60, 19.83)	AAL	-10.55	
5	72.108	1049.744	(14.82, 29.00)	AAL	53.74	
6	∞		(17.03, 30.62)		42.91	

(AAL2, 4)	K_{r1}	K_{r2}	$AR_{1,4}$	$BR_{1,4}$	$CR_{1,4}$	$DR_{1,4}$
	-13763.5	-3.896	-0.170E-4	0.401E-7	-0.154E-9	0.223E-12
			$AP_{1,4}$	$BP_{1,4}$	$CP_{1,4}$	$DP_{1,4}$
			-0.245	0.416E-1	0.870E-1	0.203E-1

(AAL3)	K_{r1}	K_{r2}	AR_3	BR_3	CR_3	DR_3
	1.238	0.279	-0.317E-5	0.248E-8	-0.179E-11	0.608E-15
			AP_3	BP_3	CP_3	DP_3
			0.249	0.327E-2	-0.192E-1	0.181E-1

(AAL5)	K_{r1}	K_{r2}	AR_5	BR_5	CR_5	DR_5
	6.285	-1.33E-6	-0.114E-4	-0.402E-6	0.113E-8	-0.411E-10
			AP_5	BP_5	CP_5	DP_5
			0.273E1	0.155E1	0.160E1	-0.644

(プリズムd線屈折率)	1.49171	(母線焦点距離)	$f_1 = 23.20\text{mm}$
(プリズムd線アッベ数)	57.4	(子線焦点距離)	$f_2 = 24.09\text{mm}$

(数値データ)

$\alpha = -10.5^\circ$	$2f_1/r_2 = -1.5$	$2f_2/r_1 = -0.73$
$ f_1/f_2 = 0.96$	$2f_1/r_2 = -1.47$	$B = 34.1\text{mm}$
$r_2/r_1 = 0.52$	$2f_2/r_1 = -0.02$	$\gamma = 0.23^\circ$
		$\beta = 10.8^\circ$

実施例3

r_n (mm) (母線曲率半径)	r_s (mm) (子線曲率半径)	y, z (面頂点座標)	(母線方向チルト角度°)
$i=1$	∞	(0, 0)	0
2 -3945.723	-49.792	(3.665, 20.415)	AAL 0.04
3 -67.136	-38.803	(36.403, 32.01)	AAL 14.60
4 -3945.723	-49.792	(3.665, 20.415)	AAL 0.04
5 123.302	843.030	(19.610, 28.357)	AAL 61.72
6 ∞		(22.402, 29.859)	52.54

} プリズム内

(AAL2, 4)	$K_{r1,4}$	$K_{r2,4}$	$AR_{1,4}$	$BR_{1,4}$	$CR_{1,4}$	$DR_{1,4}$
	7202.73	-7.709	-0.142E-7	0.379E-7	-0.154E-9	0.198E-12
			$AP_{1,4}$	$BP_{1,4}$	$CP_{1,4}$	$DP_{1,4}$
			-0.183	0.710E-1	0.514E-1	0.201E-1

(AAL3)	K_{r3}	K_{r4}	AR_3	BR_3	CR_3	DR_3
	1.066	0.193	-0.222E-5	0.321E-8	-0.188E-11	0.461E-15
			AP_3	BP_3	CP_3	DP_3
			0.390	0.586E-1	-0.185E-1	-0.222E-1

(AAL5)	K _{r5}	K _{r6}	AR ₅	CR ₅	DR ₅	
	-85.544	-916252	-0.913E-6	-0.204E-9	0.117E-13	-0.227E-10
			AP ₅	BP ₅	CP ₅	DP ₅
			0.989E1	0.128E1	0.128E2	-0.952E-1

(プリズムd線屈折率)	1.49171	(母線焦点距離)	$f_r = 23.71\text{mm}$
(プリズムd線アッベ数)	57.4	(子線焦点距離)	$f_s = 23.70\text{mm}$

(数値データ)

$\alpha = 0.05^\circ$	$2f_1/r_s = -0.95$	$2f_7/r_n = -0.71$
$ f_7/f_1 = 1.0$	$2f_1/r_s = -1.22$	$E = 25.6\text{mm}$
$ r_1/r_7 = 0.58$	$2f_7/r_n = -0.01$	$\gamma = 1.97^\circ$
		$\beta = 15.5^\circ$

実施例4

r_1 (mm)	r_2 (mm)	y, z		
(母線曲率半径)	(子線曲率半径)	(面頂点座標)	(母線方向チルト角度°)	
i=1	∞	(0, 0)	0	
2 -3752.581	-50.580	(2.85, 23.13)	AAL	0
3 -66.938	-38.651	(36.37, 34.72)	AAL	14.15
4 -3752.581	-50.580	(2.85, 23.13)	AAL	0
5 306.125	1095.447	(18.59, 31.48)	AAL	69.84
6 ∞		(21.46, 32.54)		51.20

} プリズム内

(AAL2, 4)	$K_{r1, 4}$	$K_{r2, 4}$	$AR_{r, 4}$	$BR_{r, 4}$	$CR_{r, 4}$	$DR_{r, 4}$
	-33820.5	-11.350	-0.144E-4	0.398E-7	-0.153E-9	0.201E-12
			$AP_{r, 4}$	$BP_{r, 4}$	$CP_{r, 4}$	$DP_{r, 4}$
			-0.152	0.730E-1	0.494E-1	0.255E-1

(AAL3)	K_{r1}	K_{r2}	AR_3	BR_3	CR_3	DR_3
	1.063	0.127	-0.225E-5	0.316E-8	-0.188E-11	0.474E-15
			AP_3	BP_3	CP_3	DP_3
			0.372	0.568E-1	-0.168E-1	-0.208E-1

(AAL5)	K_{r1}	K_{r2}	AR_5	BR_5	CR_5	DR_5
	745.334	-651374	-0.656E-6	0.124E-8	0.474E-12	-0.972E-11
			AP_5	BP_5	CP_5	DP_5
			0.837E1	-0.273	0.563E1	-0.538

(プリズムd線屈折率)	1.49171	(母線焦点距離)	$f_r = 23.09\text{mm}$
(プリズムd線アッベ数)	57.4	(子線焦点距離)	$f_s = 23.09\text{mm}$

数値データ

$\alpha = 0^\circ$	$2f_1/r_{r1} = -0.91$	$2f_1/r_{r2} = -0.69$
$ f_1/f_2 = 1.0$	$2f_1/r_{r3} = -1.19$	$B = 33.5\text{mm}$
$ r_1/r_2 = 0.58$	$2f_1/r_{r4} = -0.01$	$\gamma = 1.52^\circ$
		$\beta = 18.6^\circ$

【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、水平画角 $\pm 16.8^\circ$ 、垂直画角 $\pm 11.4^\circ$ と広視野画角（高拡大倍率）で、眼球の光軸と平行な方向で約10mm～15mmと極単に薄いメガネ型ディスプレイを開発できた。しかも明るく良好な光学性能を得ることができる。また凹面ミラーを半透過面とすることで風景を歪ませることなく、この風景に対して明るいオリジナル画像の虚像をスーパーインポーズすることが可能となる。

【0049】また本発明広視野画角に設定したが、もう

40 すこし狭視野画角に設定して、本発明を使用すれば厚さはもっと薄くすることが可能となる。というのは本発明の厚さは、画角の広さにより決まってくるものであるからである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に関する観察光学系における光路を示す図。

【図2】本発明に関する数値実施例1の観察光学系における断面及び光路を示す図。

【図3】本発明に関する数値実施例2の観察光学系における断面及び光路を示す図。

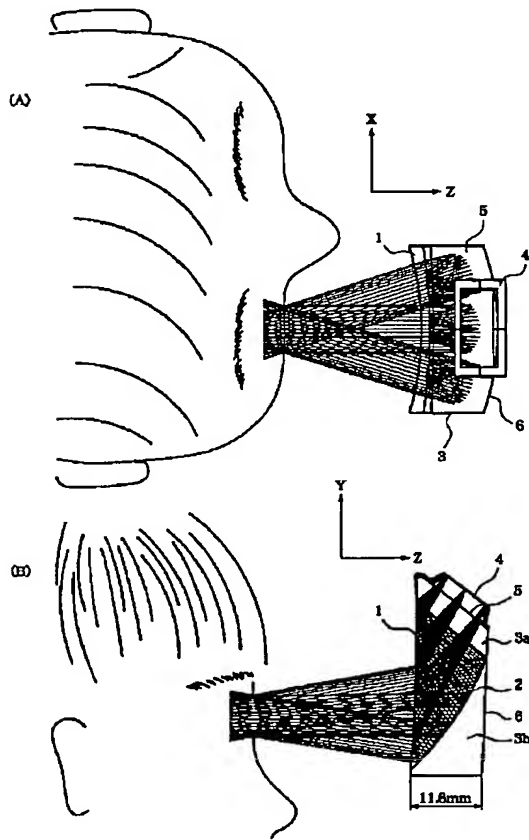
【図4】本発明に関する数値実施例3の観察光学系における断面及び光路を示す図。

【図5】本発明に関する数値実施例4の観察光学系における断面及び光路を示す図。

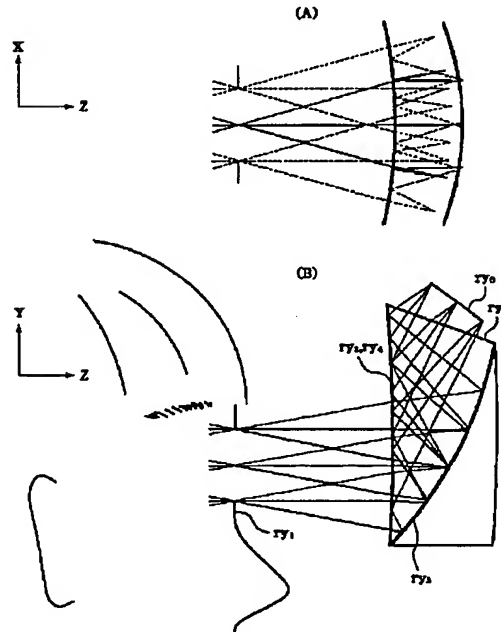
【図6】本発明に関する観察光学系の基礎となる光学断面図。

【図7】本発明に関する観察光学系の基礎となる光学断

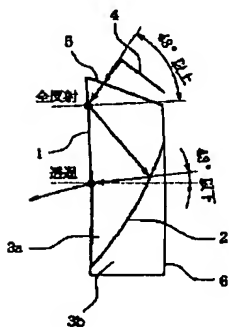
【図1】



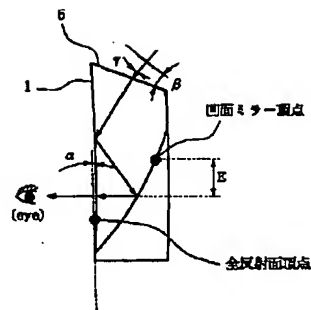
【図2】



【図6】



【図7】

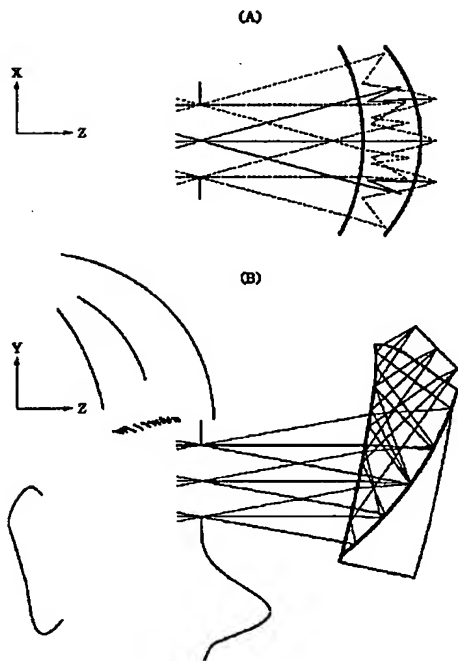


面図。

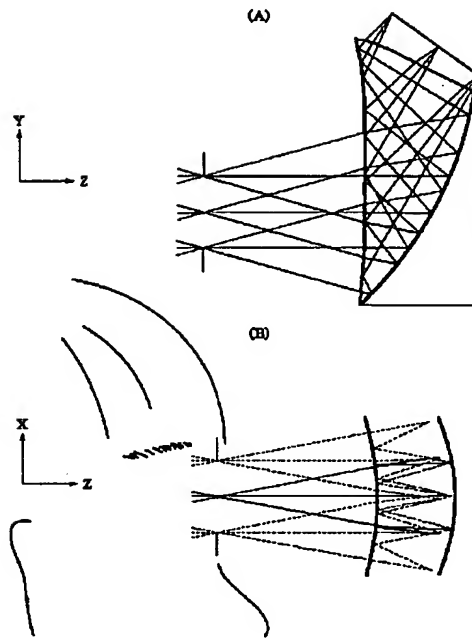
【符号の説明】

- 1 全反射面（あるいは透過面）
- 2 凹面ミラー
- 5 入射面
- 4 オリジナル画像を形成する表示手段

【図3】



【図4】



【図5】

